200529359

發明專利說明書

200529359

（本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※ 申請案號：94104367

※ 申請日期：2005 年 2 月 15 日　　※IPC 分類：H01L 21/70

一、發明名稱：（中文/英文）

促進介電阻障薄膜與銅之黏著性的方法及設備

METHODS AND APPARATUSES PROMOTING ADHESION OF DIELECTRIC BARRIER FILM TO COPPER

二、申 請 人：（共 1 人）

姓名或名稱：（中文/英文）

美商・應用材料股份有限公司

APPLIED MATERIALS, INC.

代表人：（中文/英文）

史維尼瓊西 J

SWEENEY, JOSEPH J.

住居所或營業所地址：（中文/英文）

美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道 3050 號

3050 Bowers Avenue, Santa Clara, CA 95054, U.S.A.

國　籍：（中文/英文）

美國/USA

三、發明人：（共 9 人）

姓　名：（中文/英文）

1.拉札高帕藍納卡拉詹/RAJAGOPALAN, NAGARAJAN

2.金柏涵/KIM, BOK HOEN

3.德庫魯茲萊斯特 A/D'CRUZ, LESTER A.

4.邱正建/CUI, ZHENJIANG

5.迪克希特吉利西 A/DIXIT, GIRISH A.

6.希發拉馬奎斯南菲斯維斯沃倫/SIVARAMAKRISHNAN, VISWESWAREN

7.姆薩德希肯/M'SAAD, HICHEM

8.石美儀/SHEK, MEIYEE

9.夏禮群/XIA, LI-QUN

國　籍：（中文/英文）

1.印度/India

2.韓國/Korea

3.美國/USA

4.中華人民共和國/PROC

5.印度/India

6.印度/India

7.美國/USA

8.美國/USA

9.美國/USA

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項☐第一款或☐第二款規定之事實，其事實發生日期為：　年　月　日。

☑ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號　順序註記】

☑ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國；2004 年 2 月 20 日；10/783,316

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號　順序註記】

5.迪克希特吉利西 A/DIXIT, GIRISH A.

6.希發拉馬奎斯南菲斯維斯沃倫/SIVARAMAKRISHNAN, VISWESWAREN

7.姆薩德希肯/M'SAAD, HICHEM

8.石美儀/SHEK, MEIYEE

9.夏禮群/XIA, LI-QUN

國　籍：（中文/英文）

1.印度/India

2.韓國/Korea

3.美國/USA

4.中華人民共和國/PROC

5.印度/India

6.印度/India

7.美國/USA

8.美國/USA

9.美國/USA

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項☐第一款或☐第二款規定之事實，其事實發生日期為：　年　月　日。

☑ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號　順序註記】

☑ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國；2004 年 2 月 20 日；10/783,316

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號　順序註記】

200529359

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼　順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼　順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關係一種促進介電阻障薄膜與銅之黏著性的方法及設備，其藉由在該介電質的沉積之前，精確地形成一薄的矽化物層於銅上來提升黏著性。

【先前技術】

由於電阻及成本相對較低，所以銅在作為積體電路及其它半導體元件的內連線金屬結構上的導電層上的使用日漸增加。第 1A-1E 圖顯示使用銅金屬來製造鑲嵌內連線結構之傳統步驟的減化剖面圖。在第 1A 圖中，一層間介電質(interlayer dielectric, ILD)100 被形成在一第一導電層 102 上然後被形成圖樣用以產生開口 104。雖然開口 104 在第 1A 圖中為一介層孔(via hole)，但在雙鑲嵌方法中，該開口可以是一覆在一窄的介層孔上的溝渠的複雜形式。

在第 1B 圖中，一第一阻障層 106 被形成在該開口 104 內且蓋在該被形成圖樣的 ILD100 上。阻障層 106 可由不同的物質形成，包括但不侷限於，SiN，TiN，Ta，TaN，Ta/TaN，以及阻障物低 k(BLOK®)物質，其由設在美國加州 Santa Clara 市的 Applied Materials 公司所製造。該阻障層的主要功能為阻擋金屬結構的銅的擴散。ILD100 及阻障層 106 可用許多技術來形成，像是由設在美國加州 Santa Clara 市的 Applied Materials 公司所製造的 PRODUCER® 工具所實施的化學氣相沉積。

在第 1C 圖中，銅金屬內連線 108 被形成在第一阻障層 106 上，在開口 104 內且覆蓋在該 ILD 層 100 的頂部上。銅金屬 108 可用電鍍來形成，例如由設在美國加州 Santa Clara 市的 Applied Materials 公司所製造的 ELECTRA CU® 工具所實施的電鍍。

在第 1D 圖中，晶圓從該電鍍裝置中移出且被傳送至一化學機械研磨工具以移除位在該 ILD 層 100 上之被填滿的開口外面的銅金屬 108 及阻障層 106。在第 11E 圖中，該晶圓從該化學機械研磨工具中被傳送至化學氣相沉積(CVD)模組用以形成第二阻障層 112 於銅介層孔 110 上。該第二阻障層 112 的作用是阻擋銅金屬層從該介層孔向上擴散至該內連線結構的連續介電層中。

在第 1A-1E 圖中所示及所描述之該處理程式可被重復用以形成額外的金屬層覆蓋在該銅介層孔 110 上且與銅介層孔接觸。

上述的處理流程是被簡化的。例如，第 1CA-CC 圖顯示會形成第 1D 圖中所示之銅介層孔之製造步驟的詳細放大圖。詳言之，在第 1C 圖中所示之 CMP 步驟期間的過多的銅金屬的移除可在氧化條件下來實施。因此，如第 1CB 圖所示，在 CP 步驟結束及第二阻障層形成之前，一薄的氧化銅層 114 典型地覆蓋在銅介層孔插塞 110 上。此一銅氧化物層的形成並不一定是在氧化條件下實施之 CMP 的結果，氧化銅亦可以是將該經過處理的晶圓曝露在空氣中的結果，這會在晶圓被傳送於不同的處理工具之間時發生。

因為此氧化銅層 114 為一介電材質，所以其會減損該內連線金屬的導電特性。因此，如第 1CC 圖所示，該金屬層可被曝露到一來自一電漿之反應性離子化的物質中，用以在形成上阻障層之前將該氧化銅及該內連線結構的額外部分移除掉。該氧化物移除電漿可在氣體中產生，如一穩合了載運氣體 N_2 的 NH_3。該氧化物移除電漿可在遠離該室的遠端處被產生或可被產生在該室中。此電漿曝露可在於該上阻障層被沉積之同一室中實施。移除氧化銅的方法及設備被描述在美國專利第 6,365,518 號中，該專利被讓渡給本案申請人且藉由此參照被併於本文中。

介於銅與阻障層之間的界面的特性對於確保使用金屬結構之元件的可靠度是很重要的。諸如應力移動，電子漂移，及時間相依的介電崩潰(time dependent dielectric breakdown, TDDB)與介於銅與阻障層之間的界面的品質是極有關聯的。

應力移動及電子漂移受到銅原子沿著銅/阻障層界面的界面擴散的影響。界面擴散與層與層之間的界面化學性質及黏著能量有關。如果介於銅與阻障層之間的黏著能量很強的話，所不想要之銅的電子漂移就會減小。

與銅/介電阻障層之間的界面有關的另一項議題為缺乏黏著性。詳言之，銅與碳或氮不會表展現出很強的親密關係，碳及氮為阻障層之典型地的組成物。因此，在某些條件下，該介電阻障層會被剝離(delamination)且與該銅分開來，破壞該金屬結構的電子性能。

改善銅金屬與覆蓋在上面的介電擴散阻障層之間的黏著性的傳統方法為形成一矽化物層於該銅與上面的介電層之間。然而，加入此一矽化物層會有數項潛在的問題。

首先，矽化物層的存在會不利地提高銅所表現出來的電阻。詳言之，雖然矽在銅中之固態可溶性很高，但矽會升高銅的片電阻。片電阻的此一改變會有害地降低一具有該金屬層之元件表現出來的速度。

此外，在銅中的矽會形成金屬間的(intermetallic)化合物，如 CuSi 及 $CuSi_2$。該等化合物亦會提高電阻率，因而降低該元件的可靠度及良率。

因此，在此技藝中對於可形成能夠表現出對銅層有強的著性之銅金屬結構的方法及設備存在著需求。

【發明內容】

介於銅與一覆蓋的介電質擴散阻障層之間的黏著性可藉由在該介電質的沉積之前，精確地形成一薄的矽化物層於銅上來提升。一物質輸送系統被建構來穩定一含矽先驅物的氣流通過一轉向路徑，該轉向路徑繞過該處理室，而其它處理氣體則被流入到該處理室中用以引定處理室中的環境。當該含氮先驅物的氣流的速度於該轉向路徑中已被穩定時，該含氮先驅物被引入到該處理室中用以在極精確的條件下形成該矽化物層。在某些實施例中，含氮先驅物氣流的穩定可形成一薄的，高品質的薄膜，其可展現出足夠的密度來作為一擴散阻障層，藉以消除形成一分離的覆

蓋的擴散阻障層的需要。

一依據本發明之用來準備一金屬表面讓一介電阻障層形成的方法的一實施例包含在該處理室內提供一帶有銅層之基材，及穩定一流到該處理室的排氣管的含矽先驅物氣流的流率。當該含矽先驅物的氣流被穩定時，一處理氣體被流入到該處理室中。該穩定的含矽先驅物被流入到該處理室中用來和該處理氣體反應，以於該銅層上形成一矽化物層。

一依據本發明的氣體供應板的實施例包含一第一質量流控制器其被建構成透過一第一入口與一處理氣體來源流體相連通，及一輸送管路其被建構成透過一第一出口與該第一質量流控制器成流體連通及與該處理室流體連通。一第二質量流控制器被建構成透過一第二入口與一含矽先驅物來源成流體連通，及一轉向管路其被建構成與經由一第二出口與該第二質量流控制器及與一室排氣管流體連通。該轉向閥被建構成可選擇性地讓該第二質量流控制器與該輸送管路或與該轉向管路成為流體連通。

一依據本發明的基材處理設備的實施例包含一處理室其包括一排氣管，及一氣體擴散系統其被建構成可接受並輸送氣體至一位在該處理室內的一基材支撐件左近之氣體擴散面板。一氣體供應板包含一第一質量流控制器其被建構成經由一第一入口與一處理氣體來源成流體連通，及一輸送管路其被建構成與該第一質量流控制器及與一第一出口流體連通。一第二質量流控制器其被建構成經由一第二

入口與一含矽先驅物的來源成流體連通。一轉向管路被建構成可與該第二質量流控制器及與一第二出口流體連通，及一轉向閥，其被建構成可選擇性地讓該第二質量流控制器與該輸送管路或與該轉向管路成為流體連通。一第一導管將該第一出口與該處理室連結起來，及一第二導管將該第二出口與該處理室排氣管連結起來。

依據本發明之實施例的進一步瞭解可藉由參照以附圖為輔助之詳細說明來達成。

【實施方式】

依據本發明的實施例藉由在小心控制的條件下形成一介於中間的矽化物層而可改善一銅金屬層與一覆蓋的介電質之間的黏著性。在介電層之前的此一矽化物的層的形成產生強 Cu-Si 鍵結之網絡，其可防止阻障層的剝離，同時不會實質地改變該金屬所表現出來的片電阻及其它電子特性。

所想要的矽化足用可藉由以高度控制的方式謹慎地將含矽先驅物引入到銅的頂部一短暫的時間，使得該含矽先驅物被允許與該銅起反應，用以在介電質沉積之前在界面之間形成一強的化學鍵。

第 2 圖為一簡化的流程圖，其顯示依據本發明的一實施例之用於提高銅層與上面的介電質擴散阻障層之間的黏著性的處理的步驟。在該處理 200 的第一步驟 202 中，一載有銅金屬層之基材被提供至一處理室中。

在第二步驟 204，一含矽先驅物從一來源經由一轉向路徑直接流至該室的排氣管。在此轉向步驟中，穩定該含矽先驅物的流動。

在第三步驟 206 當該含矽先驅物被直接流入該室的排氣管時，形成該阻障層所需之其它的氣體被流入到該處理室中，用以建立該室的壓力。被流入的氣體包括載送氣體及可與該含矽先驅物起反應的氣體用以形成一介電質阻障薄膜。

在第四步驟 208，該被穩定的含矽先驅物流被重心導向並引入到該處理室中。該含矽先驅物氣體與該銅層反應並形成一具以精確厚度之薄的矽化物層。

在第五步驟 210，一包括了含矽先驅物的物質組合被流入到該處理室中用以形成一介電層於該矽化物層上。在第六步驟 212，在該介電質沉積處理的終了，留在該室中之氣體及化學物質際由抽泵而被排出。

本發明的實施例可在任何適當的處理設備的處理室中實施，例如由設在美國加州 Santa Clara 市的 Applied Materials 公司所製造的 PRODUCER®電漿強化化學氣相沉積(PECVD)設備。在一 PECVD 設備中，處理氣體藉由施加能量，如射頻能量，而被激勵及/或分解以形成一電漿。該電漿包含處理氣體的離子，且在基材表面上反應用以形成被沉積的物質層。

一 PECVD 設備的例子以剖面圖方式被示於第 6 圖中。第 6 圖顯示一系統 10 其包括一處理室 30，一真空系

統 88，一氣體輸送系統 89，一 RF 電源供應器，一熱交換系統 6，一基材托盤/加熱器 32 及一處理器 85 及其它構件。一氣體擴散歧管(其亦被稱入口歧管，一面板，或「蓮蓬頭」)40 將來自該氣體輸送系統 89 的處理氣體導入到該處理室 30 中。該熱交換系統 6 可使用一液體入交換媒介，如水或水-乙二醇混合物，來被熱從該處理室 30 中帶走並將特定部分的處理室 30 保持在適當的溫度。

該氣體輸送系統 89 經由氣體管路 92 將氣體輸送至處理室 30。氣體輸送系統 89 包括一氣體供應板 90 及氣體或液體或固體來源 91A-C(如果需要的話額外的來源可被增加)，其裝盛氣體(如 SiH_4，臭氧，鹵化的氣體，或 N_2)或液體(如 TEOS)或固體。該氣體供應板 90 具有一混合系統其接收來自來源 91A-C 的處理氣體及載送氣體(或氣化的液體)。處理氣體被混合並經由該供應管路 92 被送到位在一氣體進給蓋板 45 上的中央氣體入口 44。

處理氣體經由位在一氣體進給蓋板 45 上的該中央氣體入口 44 被注入到一第一圓盤狀空間 48 中。熱交換器 79 可被提供該蓋板 45 中用以將蓋板 45 保持在所想要的溫度。處理氣體通過位在一擋板(或氣體阻擋板)52 內的通道(未示出)到達一第二圓盤狀空間 54，然後到達該蓮蓬頭 40。該蓮蓬頭 40 包括一大數量的孔洞或通路 42 用來將處理氣體供應到反應器 58 中。處理氣體從孔洞 42 通過進入到介於蓮蓬頭 40 與托盤 32 之間的反應區 58。一但到達該反應區 58，該處理氣體即與該晶圓 36 反應。該反應的副

產物然後徑向地朝外流過該晶圓 36 的邊緣及一設在托盤 32 的上周邊上之氣流限制環 46。然後，該處理氣體流經一形成在一環形絕緣器的底部與該室壁內襯組件 53 的頂端之間的阻氣孔進入到一抽泵通道 60。

該真空系統 88 保持一特定的壓力於該處理室 30 中且將氣體副產物及用過的氣體從該處理室 30 中移走。該真空系統 88 包括一真空幫浦 82 及一節流閥 83。當進入到該抽泵通道 60 中時，廢氣被引導繞過該處理室 30 的周邊，且被一真空幫浦 82 所排空。該抽流泵通道 60 被連接穿過該排氣孔 74 到達一抽泵送氣室(plenum)76。該排氣孔 74 限制介於抽泵通道 60 與該抽泵送氣室 76 之間的氣流。一閥 78 限制廢氣通過一廢氣通風口 80 及預抽管道 81 到達該真空幫浦 82 的流量。

托盤 32 可由陶瓷製成及可包括一埋設的 RF 電極(未示出)，如一埋設的鉬網狀物。一加熱元件，像是一電阻式加熱元件(如，一埋設的鉬線圈)或一含有加熱流體的線圈亦可設在該托盤中。此外，一冷卻元件(未示出)可被包括在該托盤 32 中。托盤 32 可由氮化鋁製成且最好是擴散連結至一陶瓷的支撐桿 26 上，其被固定在一水冷式鋁軸 28 上，該軸與一揚升馬達(未示出)相連結。該陶瓷支撐桿 26 及該鋁軸 28 具有一中心通道其可被一鎳棒 25 所佔據，該鎳棒傳送低頻的 RF 功率至該埋設的電極。

當該晶圓 36 位在該托盤 32 上時，該托盤 32 可將該晶圓支撐在一晶圓口袋 34 內。托盤 32 可垂直地移動且可被

放置在任何適當的垂直位置。例如，當該托盤32位在一較低的位置(比細縫閥56稍低的位置)時，一與舉升銷38合作(它們可以是固定不動的)的機械載盤(未示出)及一舉升環將該晶圓36傳送通過該細縫閥56進出該處理室30。該晶圓36可被保持在該等舉升銷38上使得晶圓36可依據第一處理來被處理。該托盤32可升高用以將晶圓36舉離該等舉升銷38，放在該托盤32的上表面之，使得晶圓36可被加熱至一適合第二處理之第二溫度。該托盤32可進一步將該晶圓36抬起，使得晶圓36可位在離該氣體散布歧管40任何適當的距離處。

馬達及光學感測器(未示出)可被用來移動及決定可活動作組件，像是節流閥83及托盤32，的位置。裝附在該托盤32及室本體11的底部上之伸縮軟管(未示出)形成一可活動的氣密密封於該托盤32的周圍。處理器85透過該控制線路3及3A-C來控制該托盤舉升系統，馬達，閘閥，電漿系統，及其它系統構件。處理器85可執行用來控制該設備的電腦程式碼。一耦合至該處理器85的記憶體86可儲存該電腦程式碼。該處理器85亦可控制一遠端電漿系統4。在某些實施例中，該遠端電漿系統4可包括一微波源及可被用來形成一可清潔該處理室30或處理該晶圓36的電漿。電腦程式碼可被用來控制許多室構件，像是用來將晶圓36裝載到該托盤32上的構件，將晶圓36舉升至在該處理室內之一所想要的高度的構件，控制介於該晶圓36與該蓮蓬頭40之間的距離的構件，及將舉升銷38保持在該托

盤 2 的上表面之上的構件。

第 7 圖顯示依據本發明的一實施例之與上述的 PECVD 設備一起使用之氣體供應板的示意圖。該氣體供應板 90 包含第一入口 61，第二入口 62，第三入口 63，第四入口 64，及第五入口 65。第一及第二入口 61 及 62 被建構成分別經由閥 61a，62a 來接受處理氣體流，及讓這些處理氣體流經區塊最終閥(block final valve)66 進入到處理室 30。這些處理氣體的例子包括氨氣及氮氣。

氣體供應板 90 被建構成可透過入口 63 及閥 63a 來接受一沖洗氣體，像是氮氣，及將此沖洗氣體輸送至區塊最終閥 66。第三入口 63 透過轉向閥 67，轉向管路 95，及最終轉向閥 68 而選擇性地與處理室 30 的預抽管道 81 成流體連通。第三入口 63 進一步與第一區塊注入閥 69，及與第二區塊注入閥 70 成流體連通。

第一注入閥 69 被建構成接受來自第四入口 64 之一含矽先驅物，如矽烷，的氣流。該通過該第一注入閥 69 的沖洗氣體流載負該含矽先驅物質。該含矽先驅物被該沖洗氣體載負通過閥 41 至質量流控制器 40，從該質量流控制器 40 通過節流閥 47 到達區塊最終閥 66，然後到達處理室 30。

相同地，第二注入閥 70 被建構成可從第五入口 65 接受另一處理物質流，如氨。此處理物質亦被注入到流經第二注入閥 70 的齣洗氣體中，且藉由連續流經閥 43，質量流控制器 48，節流閥 49 及區塊最終閥 66 而被載入到處理室 30 中。

如前文提到的，依據本發明的設備及方法的實施例可在高度精確的控制條件下讓含矽先驅物質被引入到一處理室中，用以形成一具有極精確的厚度之矽化物層。為了要達到此目的，建立一穩定的環鏡於該處理室中是很重要的，然後將該含矽的先驅物以儘可能受控制的方式引入。

為此，第7圖的氣體供應板90包括轉向支線99及是在該質量流控制器90的下游處的分流閥97。最初，分流閥97被設定在第一狀態用以讓來自閥69及質量流控制器40的沖洗氣體流與該轉向管路95成流體連通。因此，在最初的處理階段，截斷閥47被關閉，及分流閥97被打開。流經該質量流控制器 40 的矽烷流率被穩定同時被禁止進入到該處理室中。該分流閥97及轉向支線99的此設定不會影響到通過該氣體供應板90的其它部分的物質流。因，當被氣化的含矽先驅物流被穩定時，氣體供應板90仍可讓涉及形成該矽化物之其它物質，例如氨，被流入該處理室。這讓該處理室內的環境在該矽化物形成反應開始之前即達到穩定。

在後續的處理階段，分流閥97被設定在第二狀態用以讓該沖洗氣體流與該處理室流體連通。因此，當該矽烷的流率被穩定之後，分流閥97即被關閉且截斷閥47被打開。流經質量流控制器40的矽烷經由區塊最終閥66與其它氣體 NH_3 及 N_2 一起被引入到該處理室中。這可讓矽烷與位在該處理室中的銅基材之間產生熱反應，用以形成受空制的矽化物層。

示於第 7 圖中之氣體供應板的結構與傳統的氣體供應板的結構作比對。詳言之，傳統的氣體供應板結構的特徵為一被設置在該最終閥的下游處的支流管路。此結構讓該矽完在流動穩定期間被分流。然而，此結構需要所有其它處理氣體在此處理期間亦被分流進入到處理室預抽氣管道中，排除了一流進入到該處理室中以穩定該室的環境的氣體。

然而，依據本發明的實施例，流經該轉向支線的矽烷被初步穩定且直接被流入到該室的預抽管道中，同時非反應性氣體，如 NH_3 及 N_2 及 He，被引入到該處理室中用以處理該基材及從該基材上移走 CuO。當矽烷流被穩定且 CuO 的移除已藉由 NH_3 及 N_2 電漿的適度曝露而被完成之後，其從該轉向支線 95 被切換，用以加入其它物質流，進入到處理室中，以獲得在高度控制下之銅的矽化。

第 3 圖提供一依據本發明的一實施例之用 PRODUCER SE 工具來形成一矽化物層於一 300mm 直徑的晶圓的銅特徵圖案上之處理配方。第 3 圖顯示介於第 2 圖的步驟 212 與 214 之間的轉向閥的改變狀態。

第 7 圖只顯示一依據本發明來使用之氣體供應板的一種可能的實施例。因此，雖然示於第 7 圖中的特定氣體供應板的特徵在一轉向閥及一分離的截斷閥，但這並不是本發明所必要的。依據本發明的其它實施例，該轉向閥可如一三向閥般地操作，讓物質入口通過一支線用以流至該轉相管路流至該輸送管路。此另一實施例可簡化該設備的機

械性設計，但會造成所不想要之在該終點(dead-end)支線中之矽烷的凝結。此被凝結的物質會被注入到該晶圓上而造成污染。

第4圖為一長條圖，其顯示用不同的NH3處理(對於CuO移除而言)及用受控制的矽化反應，由不同的SiN沉積處理所得到的黏著能量結果。第4圖所提供的黏著能量結果是使用四點彎折技術測得的。

在第一組條件下的介電質沉積是在用具有矽烷氣體之純的NH_3及N_2氣體處理銅的表面一秒鐘之後在一單一頻率沉積室中發生的。在第二組條件下的介電質沉積是在用具有矽烷氣體之純的NH_3氣體處理銅的表面一秒鐘之後在一多頻率沉積室中發生的。在第三組條件下的介電質沉積是在用經過氮氣稀釋的NH_3氣體處理銅的表面之後發生的。在第四組條件下的介電質沉積是在沒有曝露在任何矽烷氣體下發生的。第4圖顯示，與沒有曝露在矽烷下的處理比較起來，將銅曝露到矽烷下可將黏著能量提高約兩倍。

銅在極小心控制的條件下處理對於保持所想要的銅的電子特性而言是很重要的。第8圖為一長條圖，其顯示由在不同條件下曝露在矽烷下的銅所表現出來之片電阻(Rs)的變百分比。詳言之，對於第8圖中的例子1-4而言，銅分別在175sccm，200sccm，225sccm，及250sccm的矽烷流率下被曝露在矽烷中1秒鐘，然後銅用純的或稀釋過的氨加以處理用以去除氧化銅。第8圖顯示曝露在愈多的矽烷下所造成之在片電阻上所不想要之穩定增加的結果。因

此，依據本發明的實施例，在進入到處理室中之前穩定氣化矽烷的速度及在引入期間小心地控制是很重要的。

第 8 圖所顯示之在片電阻上的改變與底下的銅的形式有關。第 5 圖畫出載有厚度為 2000 埃(Å)的 5μx5μ 銅圖樣之晶圓在片電阻上的百分比改變，該晶圓被曝露在 250sccm 速度的矽烷下 1 秒鐘。結果被摘錄在下面的表中。

表

配方	片電阻的%改變	
晶圓種類	1200 埃銅種晶毯覆層	2000 埃銅圖樣化痕跡
稀釋的 NH_3	25	4.1
純的 NH_3	19	5.0

這顯示表中及第 8 圖中之矽化的銅的片電阻的改變與下層的銅的形式有關聯。

相較於沒有矽化處理的傳統製程而言，使用一矽化層的形成的製造處理被預期可表現出較佳的元件可靠度及良率。矽化膜可被用來強化其它介電阻障膜，如 Blok®，碳化矽，及 Advance Blok®等，的黏著性。

雖然上述的示範性結果係使用 Applied Material 公司製造的 PRODUCER®系統獲得的，但熟習此技藝者將可瞭解到，依據本發明的實施例之形成阻障層於銅上的技術並不侷限於此特定的設備，且可與其它的系統一起使用。

雖然上述的例子係有關於控制一經過穩定的矽烷流進入到沉積室中，但本發明並不侷限於此特定的應用。依據本發明的其它實施例可控制其它含矽先驅物的引入，包括

但不限於，三甲基矽烷(tri-methyl silane, TMS)及二甲基苯基矽烷(dimethyl phenyl silane, DMPS)。

結論：藉由使用本發明的技術，介於一銅金屬層與一上面的介電物質之間的黏著性可被強化。依據本發明的實施例，黏著性可藉由在介電質沉積之前形成一薄的矽化層於銅上，使用一轉向管路來穩定進入到該室排氣管之含矽先驅物流，同時讓其它反應物流入到該處理室中穩定處理室內的環境等，來加以促進。

以上說明係舉例性而不是限制性的，因此列在上文中的處理參數不應被用來限制本案申請專利範圍的範圍。例如，被用來促進黏著性的許多技術是分離的且不同的，因此應被瞭解的是，它們可被單獨或以不同的組合方式被使用，用以促進可表現出所想要的特性之銅/介電質界面的形成。

雖然以上的討論以提升在鑲嵌內連線結構中之銅金屬層的形成期間的黏著性為焦點，但本發明並不侷限在此特定的金屬物質或應用種類上。而是，依據本發明的實施例可應用來控制使用在其它金屬架構中之其它金屬的微結構。

本發明的範圍可參照以上說明及下面的申請專利範圍，加上其全部範圍的等效物來加以界定。

【圖式簡單說明】

第 1A-1E 圖顯示用於形成一銅鑲嵌內連線結構之傳統

的處理過程的簡化剖面圖。

第 1CA-1CC 圖顯示第 1A-1E 圖中之傳統的處理過程的某些步驟的詳細放大剖面圖。

第 2 圖為一簡化的流程圖，其顯示依據本發明的一實施例之處理。

第 3 圖顯示依據本發明的一系列處理流的一實施例之處方。

第 4 圖為一長條圖，其顯示在不同的條件下形成之介於一底下的銅層與上面的 SiN 介電阻障層之間的黏著能量。

第 5 圖顯示出由曝露在不同的處理條件下之含銅晶圓所表現出來片電阻的變化百分比。

第 6 圖顯示一依據本發明的實施例之 PECVD 設備的簡化剖面圖。

第 7 圖顯示在第 6 圖中之該 PECVD 系統上的氣體輸送系統的示意圖。

第 8 圖為一長條圖，其顯示銅層在不同條件下曝露於矽烷中在片電阻上所造成的百分比改變。

【主要元件符號說明】

100	層間介電質	102	第一導電層
104	開口	106	第一阻障層
108	銅金屬內連線	110	介層孔
112	第二阻障層	114	氧化銅層

200	處理	10	系統
30	處理室	88	真空系統
89	氣體輸送系統	6	熱交換器
32	基材托盤/加熱器	85	處理器
40	氣體散布佈歧管	92	氣體管路
90	氣體供應板	91A-C	來源
45	氣體進給蓋板	44	中央氣體入口
48	圓盤狀空間	79	熱交換器
52	擋板	42	孔洞
58	反應器	36	晶圓
32	托盤	46	氣流限制環
60	抽泵通道	88	真空系統
82	真空幫浦	83	節流閥
74	排氣孔	76	抽泵送氣室
78	閥	80	廢氣通風口
81	預抽管道	28	水冷式鋁軸
26	支撐桿	25	鎳棒
34	晶圓口袋	56	細縫閥
38	舉升銷	3,3A-C	控制線路
86	記憶體	4	遠端電漿系統
61	第一入口	62	第二入口
63	第三入口	64	第四入口
65	第五入口	61a,62a,63a	閥
66	最終閥	67	轉向閥

95	轉向管路	68	最終轉向閥
69	第一區塊注入閥	41	閥
47	節流閥	70	第二注入閥
49	節流閥	99	轉向支線
97	分流閥	69	閥
90	質量流控制器	95	轉向管路
47	截斷閥		

200529359

伍、中文發明摘要：

一銅金屬層與一介電阻障薄膜之間的黏著性可藉由將一含矽先驅物的流動穩定於一引導至該室的排氣孔之轉向管路中而被增進。該經過穩定之含矽先驅物的氣流然後被引入到該處理室中用以精確地於該銅上形成一矽層。此矽化步驟產生一強 Cu-Si 鍵結的網絡其可防止該阻障層的剝離，同時不會實質上改變所得到之金屬結構的片電阻及其它電子特性。

陸、英文發明摘要：

Adhesion between a copper metallization layer and a dielectric barrier film may be promoted by stabilizing a flow of a silicon-containing precursor in a divert line leading to the chamber exhaust. The stabilized gas flow is then introduced to the processing chamber to precisely form a silicide layer over the copper. This silicidation step creates a network of strong Cu-Si bonds that prevent delamination of the barrier, while not substantially altering the sheet resistance and other electrical properties of the resulting metallization structure.

拾、申請專利範圍：

1. 一種準備一金屬表面以用以形成一介電阻障層的方法，該方法包含以下之步驟：

在該處理室內提供一帶有銅層之基材；

穩定一流到該處理室的排氣管的含矽先驅物氣流的流率；

當該含矽先驅物的氣流被穩定時，將一處理氣體流入到該處理室中；及

將該穩定的含矽先驅物被流入到該處理室中，用來和該處理氣體反應，以於該銅層上形成一矽化物層。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中：

穩定一含矽先驅物的流率的步驟包含穩定一矽烷的流率；及

流入處理氣體的步驟包含流入氨。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中流入處理氣體的步驟包含流入混合了氮的氨。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該含矽先驅物及該處理氣體被流經一共同的氣體供應板。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之方法，其中該含矽先驅物

經由一轉向管路被流到該室排氣管。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其更包含形成一介電質阻障層於該矽化層上之步驟。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中形成該介電阻障層的步驟包含將一電漿引入到該處理室中。

8. 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中形成該介電阻障層的步驟包含沉積一選自於由 SiCN，摻雜了氧的 SiC，SiN，TiN，Ta，TaN，Ta/TaN，BLOK®，及 Black Diamond®所組成的組群中之阻障層。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中穩定一含矽先驅物的流率的步驟包含穩定矽烷，三甲基矽烷(tri-methyl silane, TMS)，及雙甲機苯基矽烷(dimethyl phenyl silane, DMPS)之一的流率。

10. 一種氣體供應板，其包含：

一第一質量流控制器，其被建構成透過一第一入口與一處理氣體來源流體相連通；

一輸送管路，其被建構成透過一第一出口來與該第一質量流控制器及與該處理室流體連通；

一第二質量流控制器，其被建構成透過一第二入口來與一含矽先驅物來源形成流體連通；

一轉向管路，其被建構成經由一第二出口來與該第二質量流控制器及與一室排氣管流體連通；及

一轉向閥，其被建構成可選擇性地讓該第二質量流控制器與該輸送管路或與該轉向管路成為流體連通。

11.如申請專利範圍第10項所述之氣體供應板，其中該轉向閥包含一三向閥。

12.如申請專利範圍第10項所述之氣體供應板，其進一步包含截斷閥，其與該第二質量流控制器及與該第二出口成為流體連通。

13.如申請專利範圍第10項所述之氣體供應板，其更包含一第三入口，其透過一第三質量流控制器與該輸送管路流體連通。

14.如申請專利範圍第10項所述之氣體供應板，其中該含矽先驅物包含一液體，該氣體供應板進一步包含：

一注入閥，其被建構成與該第二入口及與該第二質量流控制器流體連通；及

一第三入口，其被建構成與一載運氣體來源及與該注

入閥流體連通。

15.一種基材處理設備，其包含：

一處理室，其包括一排氣管；

一氣體擴散系統，其被建構成可接受並輸送氣體至一位在該處理室內的一基材支撐件附近之氣體擴散面板；

一氣體供應板，其包含，

一第一質量流控制器，其被建構成經由一第一入口與一處理氣體來源成流體連通，

一輸送管路，其被建構成與該第一質量流控制器及與一第一出口流體連通，

一第二質量流控制器，其被建構成經由一第二入口與一含矽先驅物的來源成流體連通，

一轉向管路，其被建構成可與該第二質量流控制器及與一第二出口流體連通，及

一轉向閥，其被建構成可選擇性地讓該第二質量流控制器與該輸送管路或與該轉向管路成為流體連通；

一第一導管將該第一出口與該處理室連結起來；及

一第二導管將該第二出口與該處理室排氣管連結起來。

16.如申請專利範圍第15項所述之氣體供應板，其中該轉

向閥包含一三向閥。

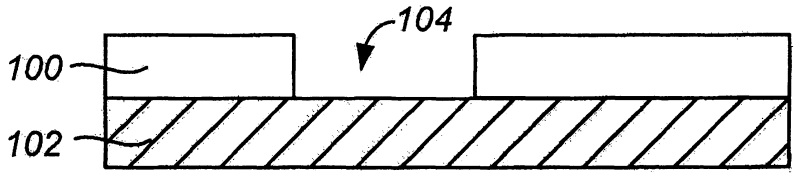
17.如申請專利範圍第 15 項所述之氣體供應板，其進一步包含一截斷閥，其與該第二質量流控制器及與該第二出口成為流體連通。

18.如申請專利範圍第 15 項所述之設備，其更包含一第三入口，其透過一第三質量流控制器與該輸送管路流體連通。

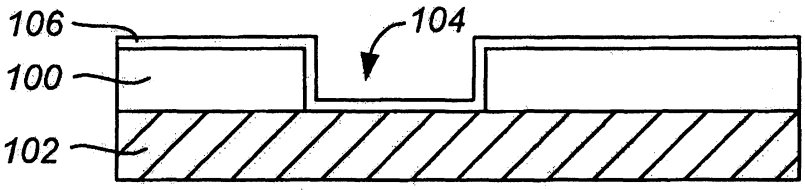
19.如申請專利範圍第 15 項所述之設備，其中該含矽先驅物包含一液體，該氣體供應板進一步包含：

一注入閥，其被建構成與該第二入口及與該第二質量流控制器流體連通；及

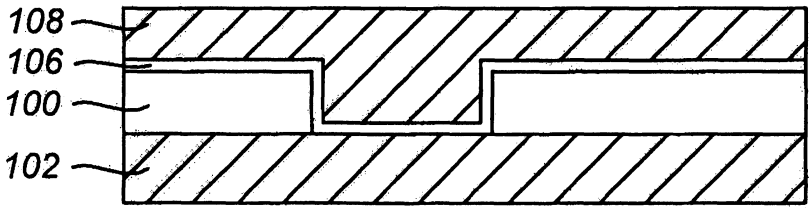
一第三入口，其被建構成與一載運氣體來源及與該注入閥流體連通。



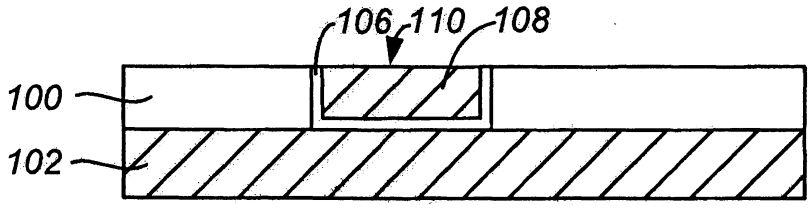
第 1A 圖
(先前技藝)



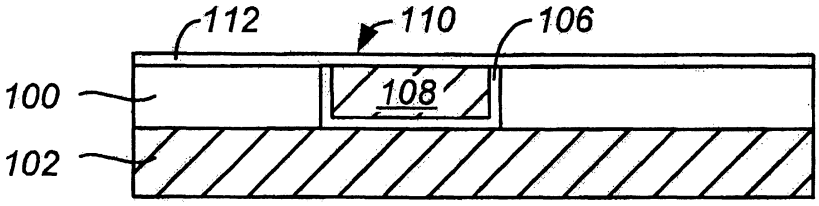
第 1B 圖
(先前技藝)



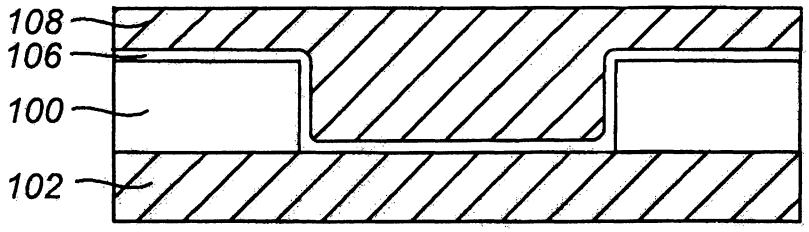
第 1C 圖
(先前技藝)



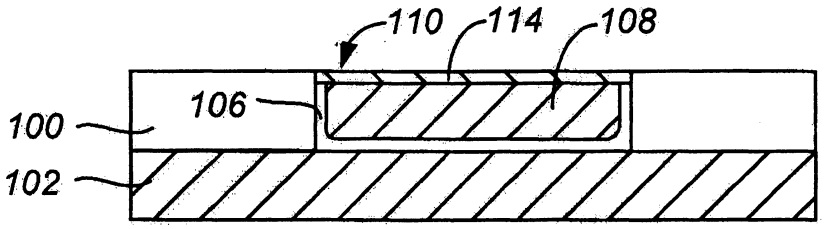
第 1D 圖
(先前技藝)



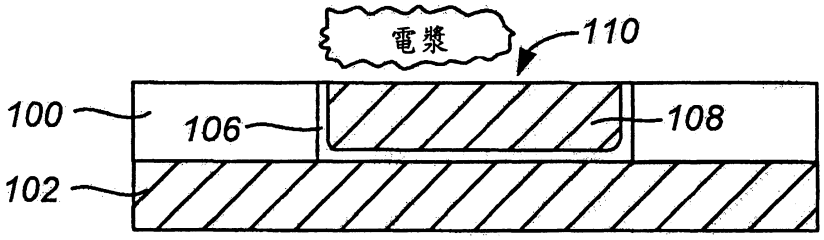
第 1E 圖
(先前技藝)



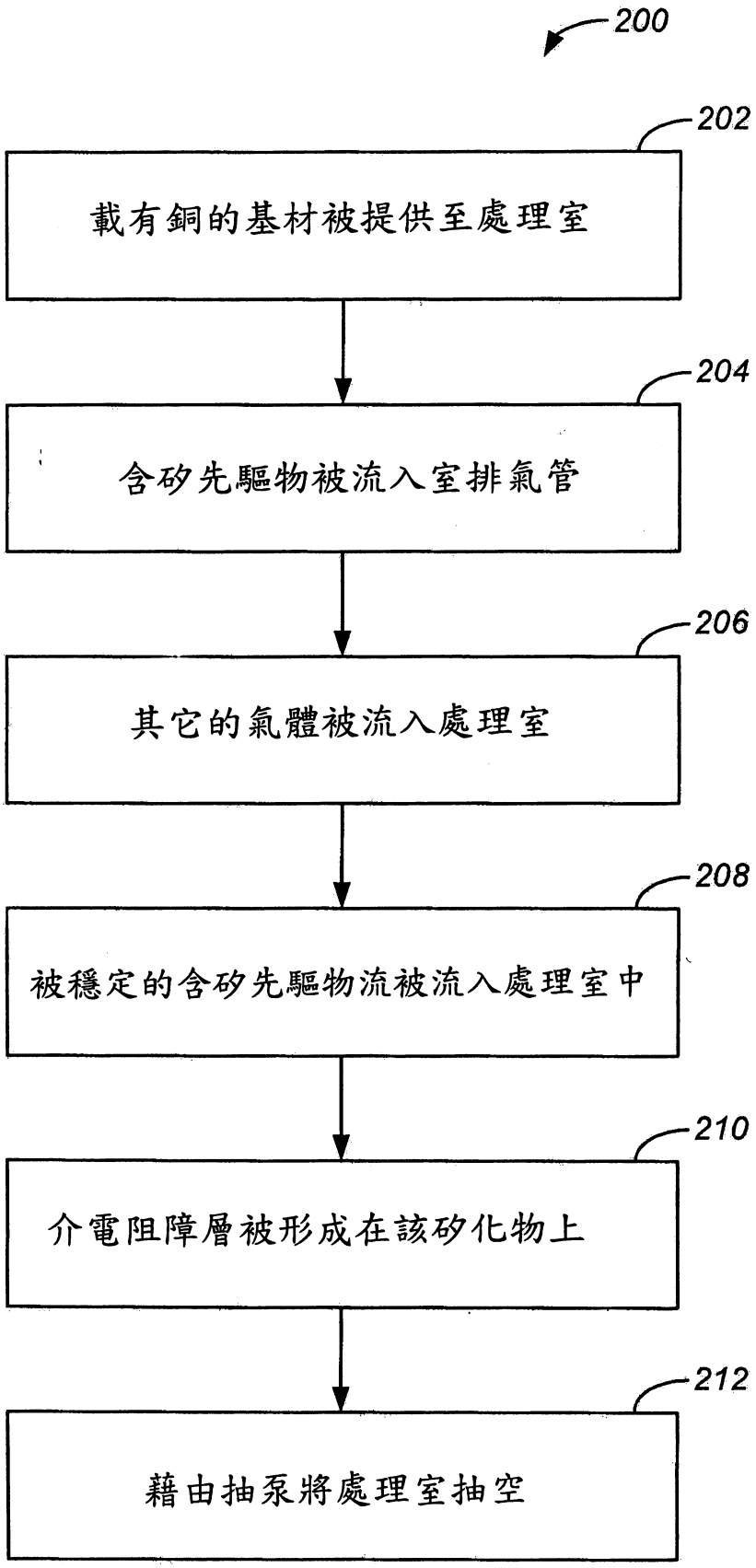
第 1CA 圖
(先前技藝)



第 1CB 圖
(先前技藝)



第 1CC 圖
(先前技藝)

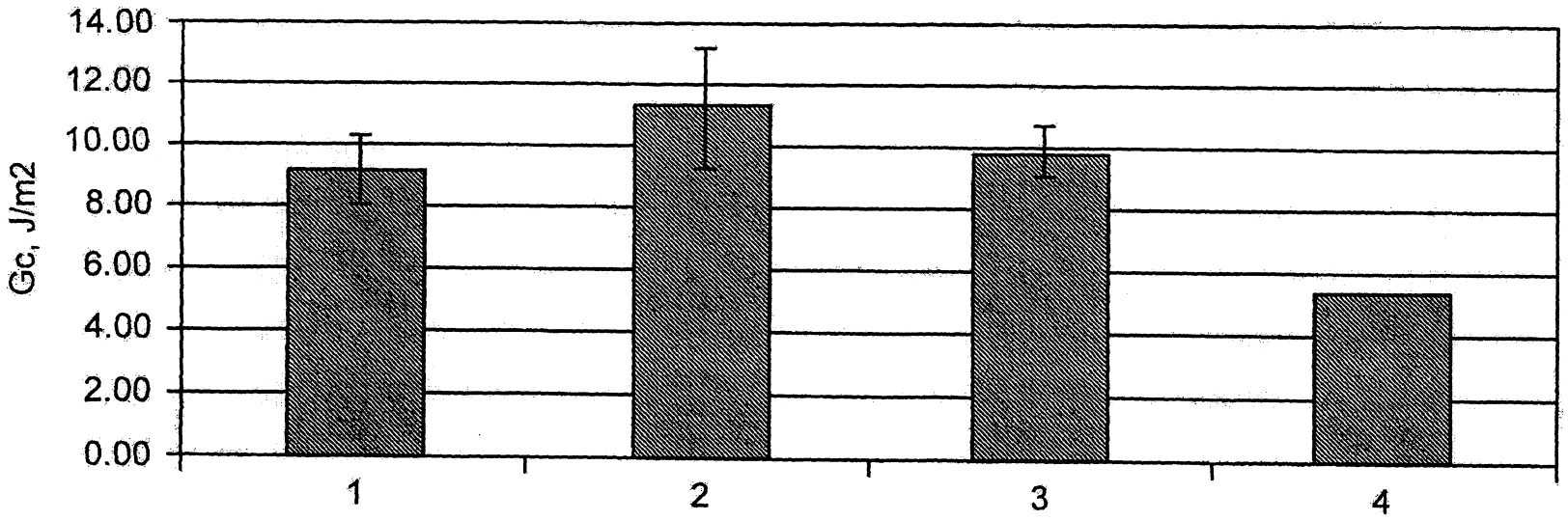

200
202
載有銅的基材被提供至處理室
204
含矽先驅物被流入室排氣管
206
其它的氣體被流入處理室
208
被穩定的含矽先驅物流被流入處理室中
210
介電阻障層被形成在該矽化物上
212
藉由抽泵將處理室抽空

第 2 圖

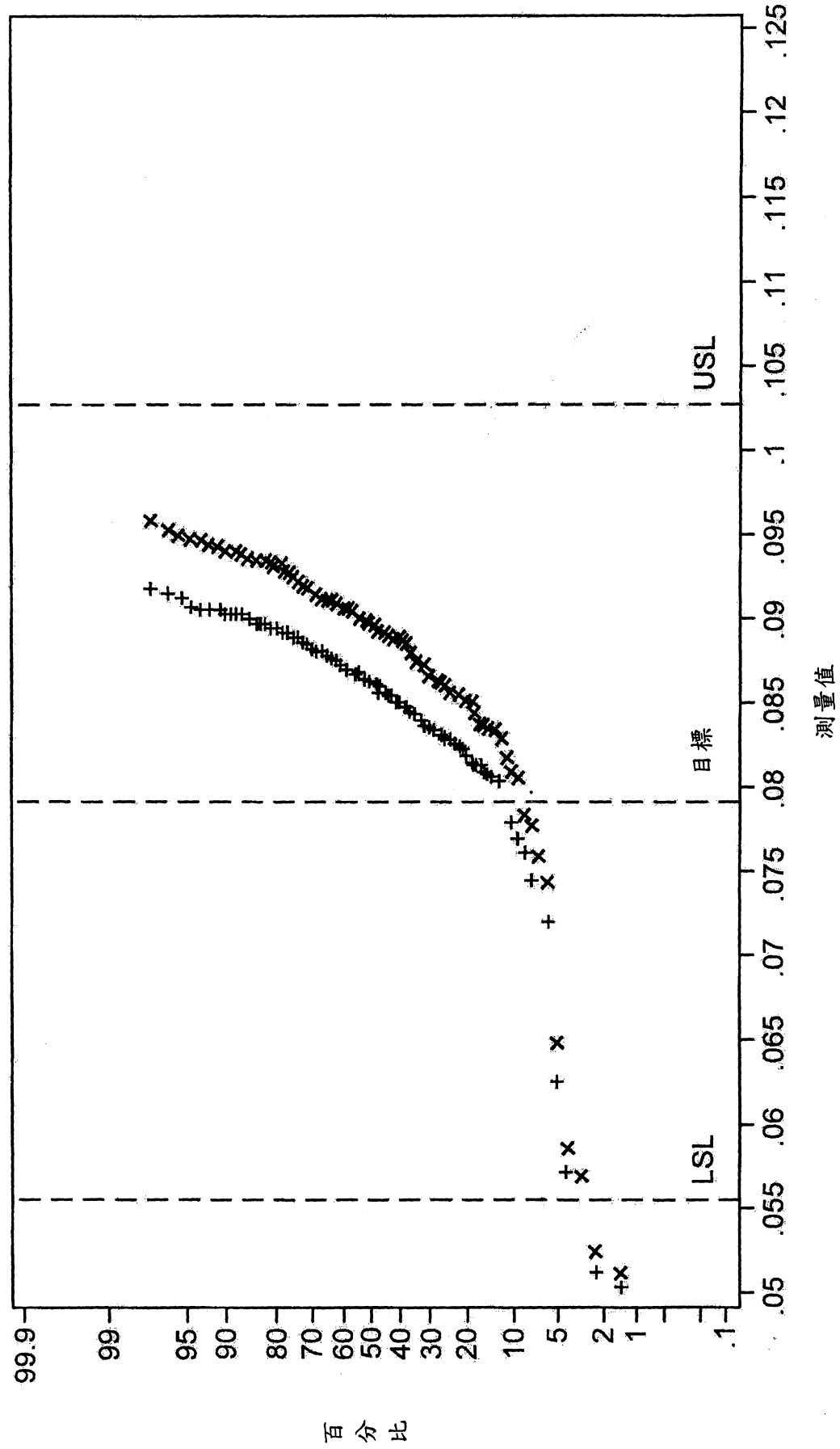
	1穩定	2.NH3 處理	3. 流至轉向管路	4. 浸泡 SiH4	5. 沉積	6.抽泵
第 2 圖的步驟編號		206	204	208	210	212
時間，秒		**5 to 40**	**1 to 5**	**1 sec**	**TBD**	
壓力，托耳	servo to 1-10T	servo to 1-10T	servo to 1-10T	servo to 1-10T	servo to 1-10T	TFO
控制			0		840	0
RF1	0	1-1000				
RF2		1-1000				
溫度，攝氏	100-450	100-450	100-450	100-450	100-450	100-450
mils	100-2000	100-2000	100-2000	100-2000	100-2000	舉升
SiH4 流		流至轉向管	流至轉向管	流至轉向管	流到室	
SiH4		**50-1000**	**50-1000**	**50-1000**	50-1000	-2
NH3	100-500	100-500	100-500	100-500	100-500	-2
N2	1000-25000	18000	1000-25000	100-25000	100-25000	-2
		1000-25000				

第 3 圖

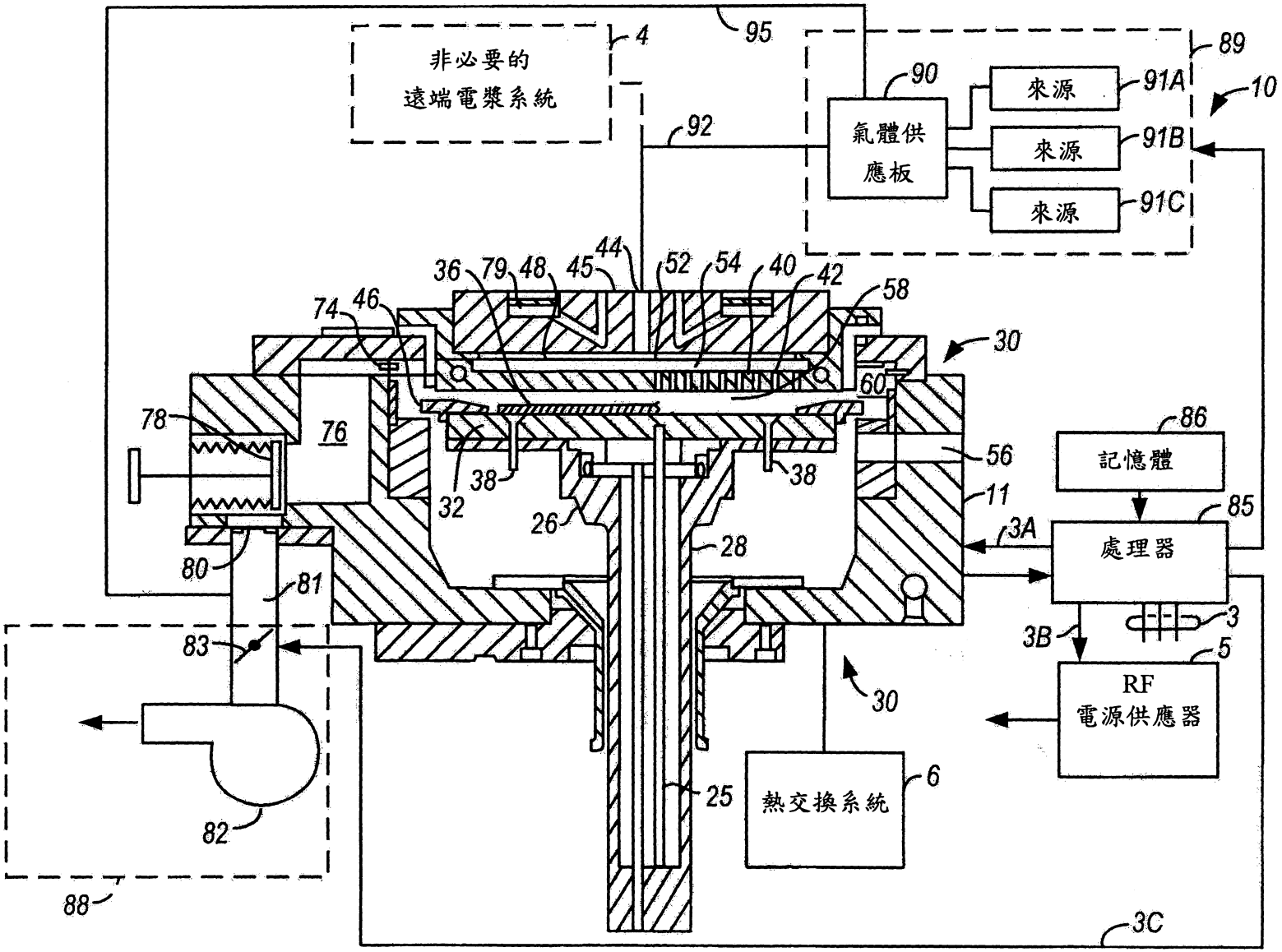
4點彎折黏著性



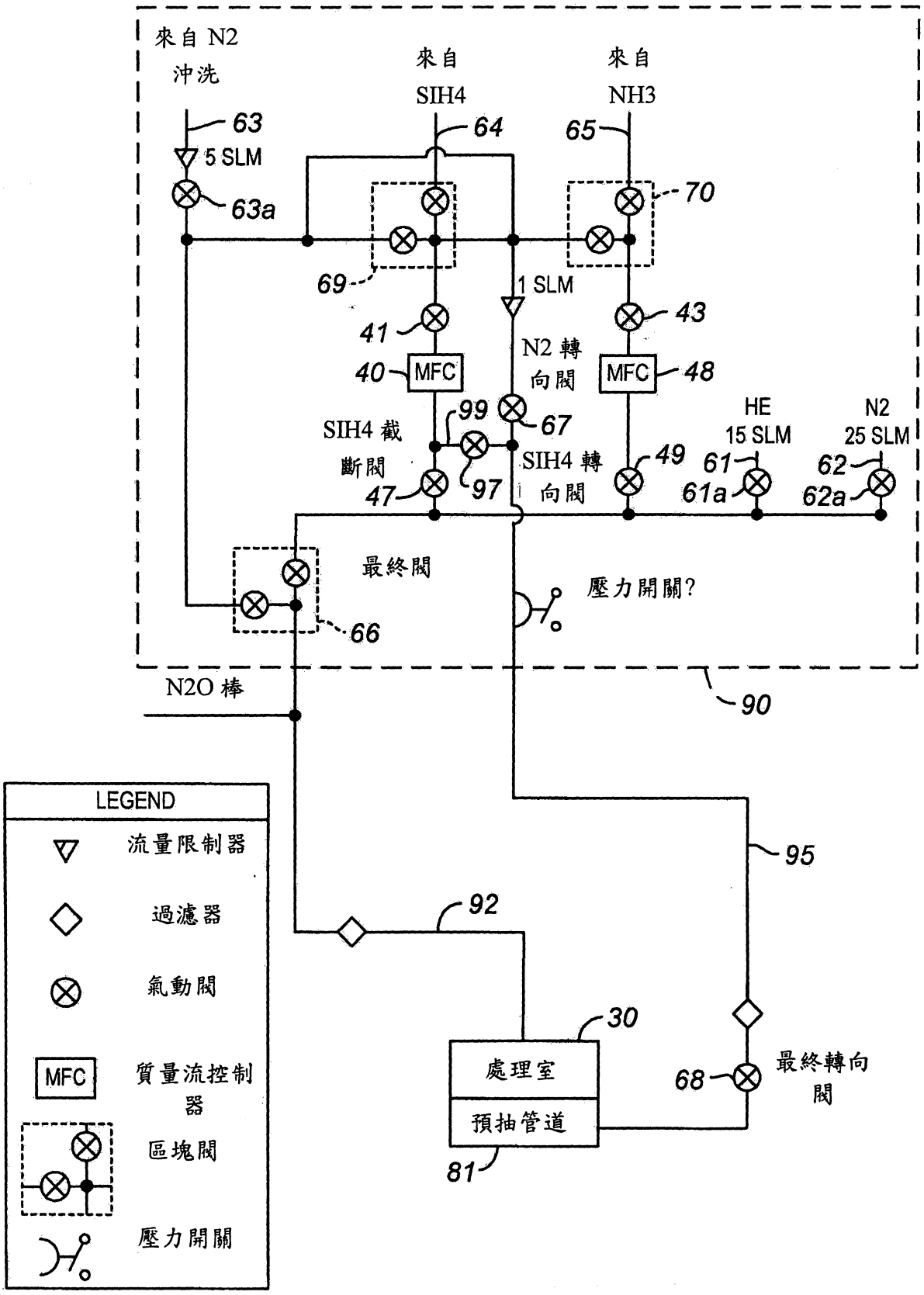
第 4 圖


百分比
99.9
99
95
90
80
70
60
50
40
30
20
10
5
2
1
.1
.05
.055
.06
.065
.07
.075
.08
.085
.09
.095
.1
.105
.11
.115
.12
.125
測量值
LSL
目標
USL

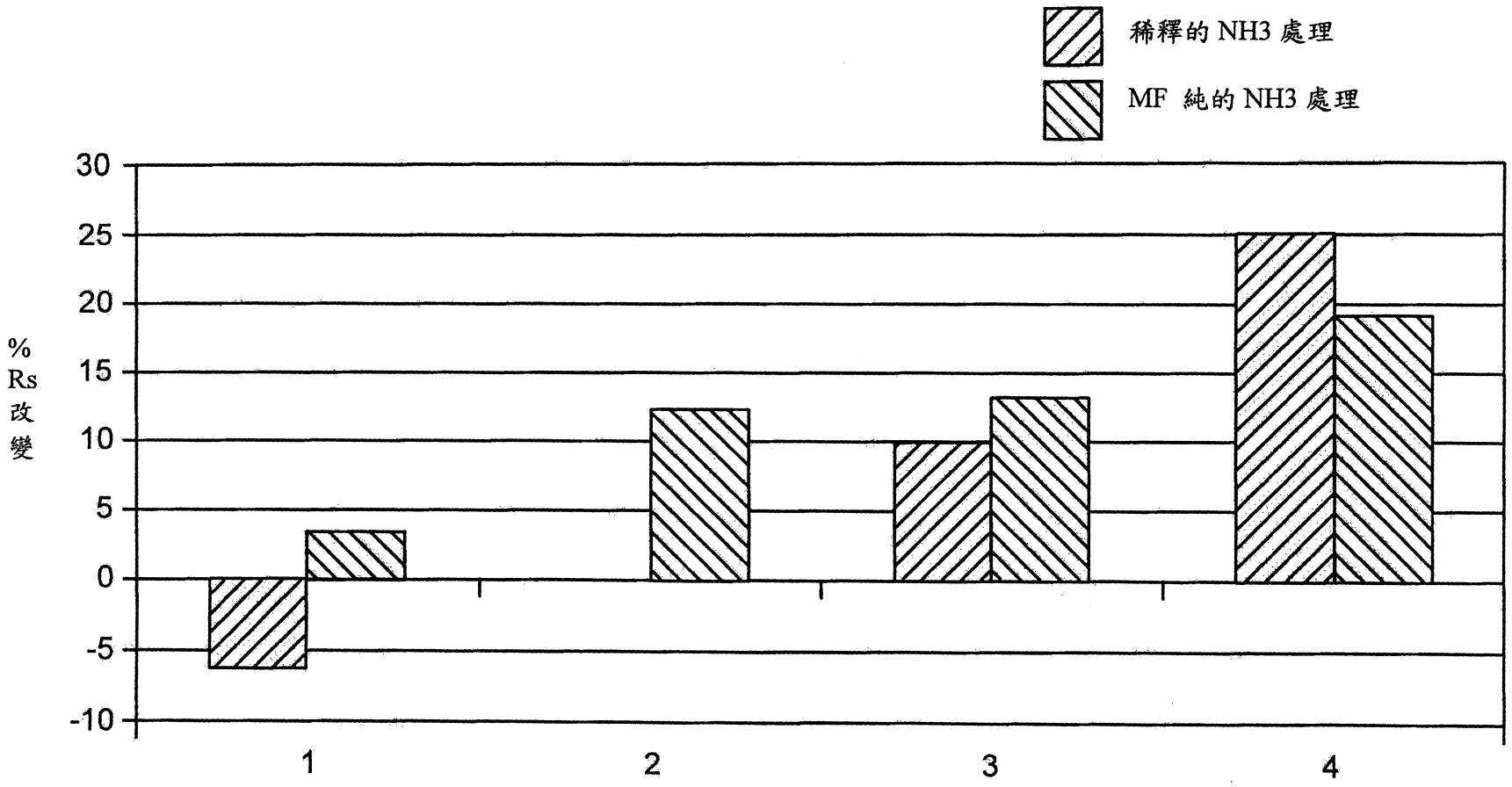
第 5 圖


非必要的
遠端電漿系統
4
95
89
90
氣體供
應板
來源
91A
來源
91B
來源
91C
10
92
36
79
48
45
44
52
54
40
42
58
74
46
30
60
78
76
86
記憶體
56
38
38
32
26
28
11
3A
85
處理器
80
81
3
3B
5
83
RF
電源供應器
30
熱交換系統
6
25
82
88
3C

第 6 圖


來自 N2
沖洗
來自
SIH4
來自
NH3
63
5 SLM
63a
64
65
70
69
1 SLM
41
43
40
MFC
N2 轉
向閥
MFC
48
99
67
SIH4 截
斷閥
SIH4 轉
向閥
49
HE
15 SLM
N2
25 SLM
61
62
47
97
61a
62a
最終閥
壓力開關?
66
N2O 棒
90
LEGEND
流量限制器
過濾器
氣動閥
MFC
質量流控制
器
區塊閥
壓力開關
95
92
30
處理室
預抽管道
81
68
最終轉向
閥

第 7 圖



第 8 圖

柒、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 2 圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

202 載有銅的基材被提供至處理室中

204 含矽先驅物被流入室排氣管

206 其它的氣體被流入處理

208 被穩定的含矽先驅物流被流入處理室中

210 介電阻障層被形成在該矽化物上

212 藉由抽泵將處理室抽空

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無